

WP 4 Energy Supply

“Korterelamute energiasäästliku rekonstrueerimise ning infrastruktuuri moderniseerimise kontseptsioon”

Target area: Seminari Street, Rakvere, Estonia

March 2011



Baltic Union of Cooperative Housing Associations



Part-financed by the European Union (European
Regional Development Fund and European
Neighbourhood and Partnership Instrument).



Table of Contents

Rakvere linna Seminari tänava piirkonna korterelamute tüüpidest, energiatarbest, CO₂ heitmetest, renoveerimisest ja taastuvate energiaallikate kasutamisest.	3
Korterelamute seisundist ja sisekliimast	3
Elamute tüübid	4
Tüüp 6. MEK majad - sarnasus Seminari tn 1.	4
Silikaattelistest majad	6
Tüüp 8 nn Masso maja	8
Tüüp 4. nn Tartu maja.....	11
Tüüp 1 nn Tallinna Majaehituskombinaadi maja.....	13
Kokkuvõte	16
Summary	18
Imprint	22

Rakvere linna Seminari tänava piirkonna korterelamute tüüpidest, energiatarbest, CO₂ heitmetest, renoveerimisest ja taastuvate energiaallikate kasutamisest.

Käesolevas töös analüüsitakse viie Rakvere linnas Seminari tänava piirkonnas enamlevinud kaugkütet kasutava korterelamu tüübi energiatarvet ja sisekliimat, viies läbi energiamajandusliku ülevaatusse koos senise energiatarbe analüüsiga perioodil 2005 - 2010 (5 aastat) eesmärgiga tuvastada sobivad välispiirete soojustamise võimalused.

Hinnatakse samade elamute taastuenergia kasutamise võimalusi nagu sooja tarbevee valmistamine päikese kaasabil ja ventilatsiooni heitsoojuse tagastamise võimalusi, mille käigus leitakse pakutud meetmetega saavutatav säästetava energia ja CO₂ hulk.

Lisaks pakutakse välja kogu elamusisese küttesüsteemi efektiivne uuendamine koos tervisliku sisekliima tagamisega.

Teostatakse kaudsed arvestused pakutud võimaluste majandusliku tasuvuse kohta, peaesmärgiks seatuna mugavus, kõrge kvaliteediga sisekliima, energiaefektiivsus ja sobiv välispiirete lisasoojustuse välisviimistlus.

Rakvere linna poolt korraldatakse arhitektuurikavandite konkursi elamute välispiirete soojustuse viimistluse lahenduste leidmiseks ja koostatakse renoveerimisprojekt erinevatele korterelamu tüüpidele.

Korterelamute seisundist ja sisekliimast

SA KredEx tellis 2009 aastal Tallina Tehnikaülikoolilt uuringu „Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga” ning nimetatud uuringu lõppkokkuvõttest leiame põhjaliku ülevaate korterelamute olukorrast ja sisekliimast, samuti soovitustest renoveerimiseks.

Rakvere korterelamute seisukord on sarnane nimetatud uuringus toodud elamute seisukorraga ja käesolevas töös kasutatakse renoveerimise soovitustes samu põhimõtteid.

Rakvere tüüpilisemate korterelamute ülevaatusse käigus leidis mitmete korterite seintel ja akna paledel hallitust. Üldjuhul oli korteris hiljuti vahetatud aknad või isegi soojustatud sisepiirdeid, ventilatsiooni taastamisele ei olnud tähelepanu pööratud. Kuna välispiirdeid ei olnud soojustatud, siis olid leitavad külmasillad, millele niiskuse kaasabil tekkinud hallitus. Sellise korteri sisekliima võib tekitada mitmeid tervisehäireid ja näiline eneregiasääst võib kurjasti kätte maksta tervise arvelt.

Küttesüsteemid olid kõigis elamutes ühetoru süsteemid, kas möödaviiguga ja kolmeteeventiiliga või ilma möödaviiguta. Küttekeha tasandil reguleerimise võimalused puuduvad.

Soojussõlmed on juba kaasajastatud üldjuhul välistemperatuuri anduriga ja kolmeteeventiiliga täiturmehanismiga seadmega, reguleerides küttesüsteemi minevat sooja vett vastavalt välistemperatuurile ja seatud küttegaafikule. Nädalase programmi päevadekaupa sätteid ei kasutata ja öise temperatuuri alandamisi kasutatakse vähe.

Majasiseste küttesüsteemide valmisolek soojusväljastuse reguleerimiseks küttekeha tasandil puudub.

Sellest tulenevalt reguleeritakse kogu maja kütet sisuliselt kõige külmema korteri järgi ja soojadest korteritest tuulutatakse üleliigne soojus välja.

Elamute tüübid

Seminari tänava piirkonnas võib leida mitu erinevat elamutüüpi vastavalt Rakvere linna arhitekti hr Raul Järg poolt koostatud jaotusele. Enamlevinuks võib neist pidada gaaskukeroon suurplokkidest V kordseid Tartu majaehituskombinaadi nn „Tartu maja” (tüüp 4), Tallinna elamuehituskombinaadis toodetud valmispaneelidest V kordseid nn „mustamäe” (tüüp 7), silikaattelistest III kordseid (hrusovka) (tüüp 6) ja punastest kärtelistest V kordseid „Masso” (tüüp 8). Lisaks on üksik maja võrreldav Lennuki tänava piirkonnas levinud väikeplokkidest IV kordse „hrusovka”-ga. Tuleviku ja Koidule tn silikaattelistest majad moodustavad eraldi majatüübi.

Oluline on ka asjaolu, et nimetatud elamute ehituse perioodil olid väliskonstruktsioonidele esitatud soojusfüüsikalised nõuded olulisel määral erinevad kaasaegsetest. Näiteks välisseina soojusjuhtivustegur nn U arv oli kuni viis korda suurem, mis tähendab, et normiks oli, et sein pinnast kandub soojust viis korda rohkem läbi kui kaasaegsed soovituslikud normid ette näevad. Siit tuleneb kindlasti vajadus elamute välispiirdeid soojustada. Samuti pole muul viisil kui välispiirde soojustamine võimalik vältida külmasildade teket ehituskonstruktsioonis.

Et leida erinevate kortermajade energiatarbe iseloomustusi kasutan andmeid dokumendist „Välispiirete soojustamisest saadav energiasääst tüüpilistes kortermajades” Rakveres, mille kaasrahastas Rakvere linnavalitsus 2007. aastal, kus on teostatud energiaaudit tüüpmajadele ja antud soovitused ning toodud välja säästupotentsiaal soojustatava välispiirde pinna kohta. Lisaks nimetatud andmetele on kasutatud energiaauditeid Sõpruse 10, Laada 6, Kungla 6, Seminari 23 ja Tuleviku 5 korterelamutest, mis annavad viimase kolme aasta energiatarbest ülevaate.

Seminari tänava elamutega sarnased tüüpmajad on energiatarbe osas iseloomustatud järgnevalt;

Tüüp 6. MEK majad - sarnasus Seminari tn 1.



Hoone aadress: Lennuki 2, Rakvere, sarnased elamud Lennuki, Küti, Jaama ja Seminari tn. Elamute ehituse ajaks Rakveres on 1970- 1980- ndad aastad.

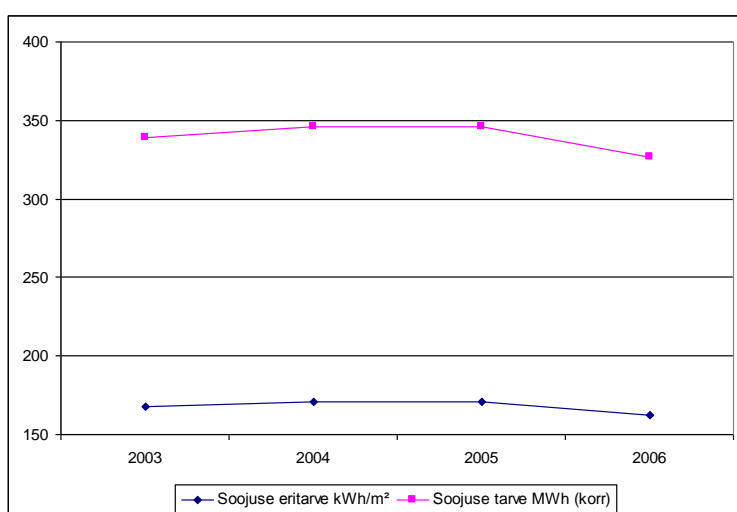
Välisseinad on valmistatud väikeplokkidest või tellistest ja vahelaed betoonpaneelidest, mittekandvad seinad on väikeplokkidest või tellistest, kaldkatused on pööninguga, mille põrand kaetud kuni 10 cm isolatsioonikihiga (tuhk, liiv, praht).

Seinte U arv vahemikus 0,9 - 1,2.

Küttesüsteem üלטjaotusega ühetorusüsteem, küttekeha tasandil reguleerimise võimalus puudub.

Plastalumiiniumraamiga akendega korterites on õhu loomulik liikumine takistatud, üldjuhul gaasipliidi olemasolul lisaveeauru allikana on siseõhu suhteline niiskus kõrgem normidega soovitatust. Gaasipliidi põlemisõhu juurdepääsud on aastatega ummistunud või suletud. See loob eeldused seinte külmematele pindadele niiskuse kondenseerumiseks ja hallituskollete tekkeks. Sellise korteri sisekliimat ei saa lugeda heaks.

Senisest energiatarbest.



Sooja tarbevett valmistatakse korteripõhiselt, majasisene süsteem on amortiseerunud ja korterisisese remonte käigus maha võetud. See vähendab tehniliselt võimalust kasutada päikeseenergiat või ventilatsiooniõhust saadavat energiat sooja tarbevee ettevalmistamisel, kuigi viilkatus annab eelise ventilatsiooniõhust jääsoojust kasutavate seadmete katusealuseks paigaldamiseks.

Kui igasse korterisse paigaldada rekuperatiivse soojustagastiga õhuvahetusseade siis on võimalik 7330 m³ väliskubatuuriga elamust õhuvahetuse normatiivse kordarvu 0,5 1/h juures saada ligikaudu 2000 m³/h õhuvoost kätte aastas seadme keskmise kasuteguri 60% juures kuni 40 MWh soojust. Sellise koguse soojuse maksumus 825 kroonise MWh hinna juures on 33 000 krooni aastas. Lisaks tagastuvale maksumusele tekitab sundventilatsiooni kasutamine korterite sisekliima olulise paranemise.

Välispiirete soojustamise võimalikust mõjust edasisele energiatarbele.

Soojustades elamu välispiirded minimaalselt 12,5 cm soojustusmaterjali kihiga ja kattes pööningu vähemalt 20 cm soojustusmaterjali kihiga ning küttesüsteem ja õhuvahetusüsteem kogu majas kaasajastada võttes kasutusele korteripõhise lahenduse ehk paigaldades köökidesse ja tualettidesse elektrilised ventilaatorid ja elutuppa soojusvahetiga õhuvahetusseadme suureneb energiasäästu potentsiaal õhuvahetuse arvelt kuni 20 kWh/m² kohta, välispiirete soojustamise arvelt aga kuni 80 kWh/m².

Õhuvahetuse energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal tasemele 85 kWh/m². Säästetav soojuse hulk kokku 170 MWh.

Võimalik CO₂ heitme vähenemine primaarenergia arvestuses (kütuseks maagaas), kui säästa 170 MWh soojust aastas, kuni 43 tonni CO₂ aastas.

Energiasäästu investeeringu majanduslikkusest.

Mitmed auditid on andnud kompleksmeetmetega (välispiirete soojustus, küttesüsteemi uuendamine, õhuvahetussüsteemi uuendamine) investeeringu indikaatoriks 13 - 17 tuhat krooni säästetava MWh kohta. Seega antud elamu osas on ligikaudne investeeringu vajadus kütteenergiatarbe tasema 65 kWh/m² saavutamiseks 2,6 miljonit krooni. Lihtne tasuvusaeg 825 kroonise soojuse MWh hinna juures on (investeering/säästuga) 18 aastat. Kui arvestada investeeringu maksumuse hulka ka pangalaenu kulud siis tasuvusaeg pikeneb, kui aga arvestada asjaoluga, et ka soojuse hind tõenäoliselt kasvab, siis tasuvusaeg lüheneb.

Möödunud aastate näitel olid soojuse hinna 1200 krooni MWh juures energiasäästu investeeringud majanduslikult tasuvad 10 aasta jooksul. Kui sama perioodi pikkune on ka laen, siis laenu tagasimakse lõppedes on investeering end juba tagasi teeninud.

Silikaattelistest majad



Hoone aadress: Tuleviku 5, 7, 9 ja Koidula tänava sarnased majad.

Elamute ehituse ajaks Rakveres on 1960- ndad aastad.

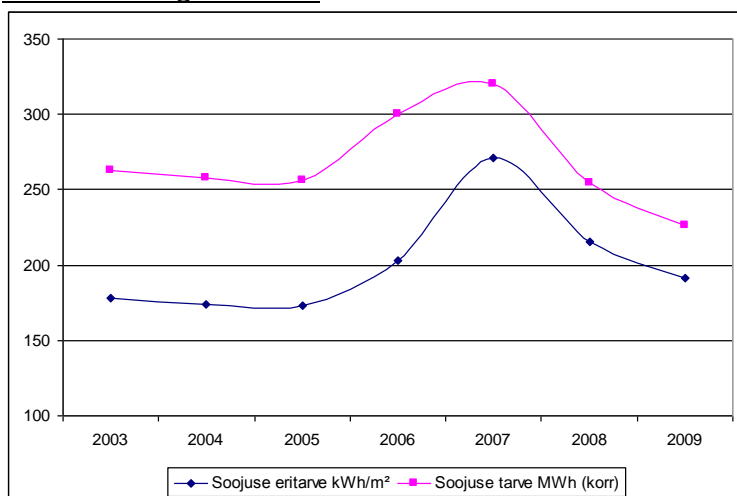
Välisseinad on laotud silikaattelistest ja vahelaed betoonpaneelidest, mittekandvad seinad on tellistest, kaldkatused on pööninguga, mille põrand kaetud kuni 5-10 cm isolatsioonikihiga (tuhk, liiv, praht).

Seinte U arv vahemikus 0,9 - 1,2.

Küttesüsteem ülaltjaotusega ühetorusüsteem, küttekeha tasandil reguleerimise võimalus puudub.

Plastalumiiniumraamiga akendega korterites on õhu loomulik liikumine takistatud. Gaasipliidi olemasolul lisaveeauru allikana on siseõhu suhteline niiskus kõrgem normidega soovitatust, sest õhuvahetus on takistatud. Gaasipliidi põlemisõhu juurdepääsud on aastatega ummistunud või suletud. See loob eeldused seinte külmematele pindadele niiskuse kondenseerumiseks ja hallituskollete tekkeks. Sellise korteri sisekliima ei ole hea.

Senisest energiatarbest.



Sooja tarbevett valmistatakse korteripõhiselt, majasisene süsteem on amortiseerunud ja korterisisese remondi käigus maha võetud. Korteri põhise sooja tarbevee valmistamine vähendab tehniliselt võimalust kasutada päikeseenergiat või ventilatsiooniõhust tagasisaadavat energiat sooja tarbevee ettevalmistamiseks, kuigi viilkatus annab eelise ventilatsiooniõhust jääsoojust kasutavate seadmete katusealuseks paigaldamiseks.

Kui igasse korterisse paigaldada rekuperatiivse soojustagastiga õhuvahetusseade siis on võimalik 8450 m³ väliskubatuuriga elamust õhuvahetuse normatiivse kordarvu 0,5 1/h juures saada ligikaudu 2900 m³/h õhuvoost kätte aastas seadme keskmise kasuteguri 60% juures kuni 50 MWh soojust. Sellise koguse soojuse maksumus 825 kroonise MWh hinna juures on 41 000 krooni aastas. Lisaks vähenevatele energiakuludele tekitab sundventilatsiooni kasutamine korterite sisekliima olulise paranemise.

Välispiirete soojustamise võimalikust mõjust edasisele energiatarbele.

Soojustades elamu välispiirded minimaalselt 12,5 cm soojustusmaterjali kihiga ja kattes pööningu pöranda vähemalt 25 cm soojustusmaterjali kihiga ning küttesüsteem ja õhuvahetusüsteem kogu majas kaasajastada võttes kasutusele korteripõhise lahenduse ehk paigaldades köökidesse ja tualettidesse elektrilised ventilaatorid ja elutuppa soojusvahetiga õhuvahetusseadme suureneb energiasäästu potentsiaal õhuvahetuse arvelt kuni 25 kWh/m² kohta, välispiirete soojustamise arvelt aga kuni 100 kWh/m².

Õhuvahetuse energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal tasemele 90 kWh/m². Säästetav soojuse hulk kokku 160 MWh.

Võimalik CO₂ heitme vähenemine primaarenergia arvestuses (kütuseks maagaas), kui säästa 160 MWh soojust aastas, kuni 40 tonni CO₂ aastas.

Energiasäästu investeeringu majanduslikkusest.

Läbiviidud audit on andnud kompleksmeetmetega (välispiirete soojustus, küttesüsteemi uuendamine, õhuvahetusüsteemi uuendamine) investeeringu indikaatoriks 12 - 15 tuhat krooni säästetava MWh kohta. Seega antud elamu osas on ligikaudne investeeringu vajadus energiasäästu saavutamiseks 2,4 miljonit krooni. Lihtne tasuvusaeg 825 kroonise soojuse MWh hinna juures on (investeering/säästuga) 18 aastat. Kui arvestada investeeringu maksumuse hulka ka pangalaenu kulud siis tasuvusaeg pikeneb, kui aga arvestada asjaoluga, et ka soojuse hind tõenäoliselt kasvab, siis tasuvusaeg lüheneb.

Möödunud aastate näitel olid soojuse hinna 1200 krooni MWh juures energiasäästu investeeringud majanduslikult tasuvad 10 aasta jooksul. Kui sama perioodi pikkune on ka võetud laen, siis laenu tagasimakse lõppedes on investeering end juba tagasi teeninud ja laenu teenindamise kulud köetava pinna ruutmeetri kohta peaksid vähenema.

Tüüp 8 nn Masso maja



Hoone address: Seminari 11, 23.

Elamute ehituse ajaks Rakveres on 1980- ndad aastad.

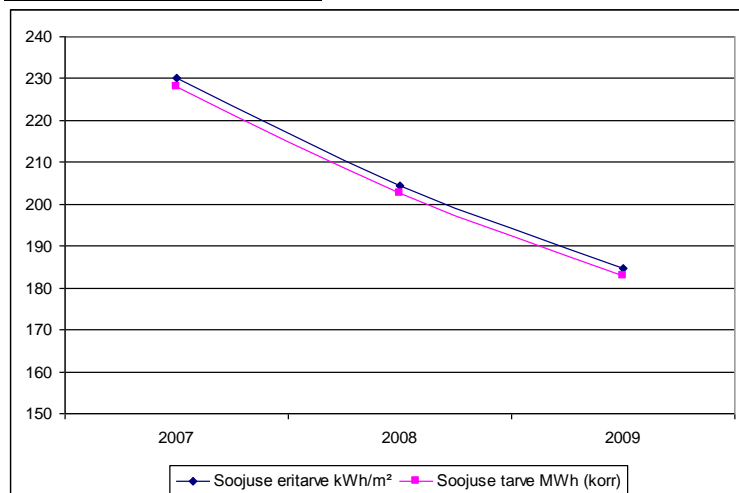
Välisseinad on valmistatud kärgtellistest ja vahelaed betoonpaneelidest, mittekandvad seinad on väikeplokkidest või tellistest, lamekatused kaetud kuni 10 cm isolatsioonikihiga (tep-plaat betoon ruberoid).

Seinte U arv vahemikus 0,9 - 1,1.

Küttesüsteem altjaotusega ühetorusüsteem küttekeha eelse möödaviiguga, millel kolmikventiil, küttekeha tasandil reguleerimise võimalus puudub, sest kolmikventiilid ei toimi.

Plastalumiiniumraamiga akendega korterites on õhu loomulik liikumine takistatud, üldjuhul on siseõhu suhteline niiskuse kõrgem normidega soovitatust. See loob eeldused seinte külmematele pindadele niiskuse kondenseerumiseks ja hallituskollete tekkeks. Sellise korteri sisekliimat ei saa lugeda heaks.

Senisest energiatarbest.



Sooja tarbevett valmistatakse soojussõlmes, uuendatud on soojusvaheti. See on eelduseks tehniliselt kasutada päikeseenergiat või ventilatsiooniõhust saadavat energiat sooja tarbevee ettevalmistamisel.

Kui igasse korterisse paigaldada rekuperatiivse soojustagastiga õhuvahetusseade siis on võimalik 3100 m³ sisekubatuuriga elamust õhuvahetuse normatiivse kordarvu 0,3 - 0,5 1/h juures saada ligikaudu 0,26 l/s õhuvoost kätte aastas seadme keskmise kasuteguri 60% juures kuni 19 MWh soojust. Sellise koguse soojuse maksumus 825 kroonise MWh hinna juures on 15 000 krooni aastas. Investeeringu orienteeruv vajadus 200 000 kr, tasuvusaeg 13 aastat. Lisaks tagastuvale soojuse maksumusele tekitab sundventilatsiooni kasutamine korterite sisekliima olulise paranemise.

Päikesekollektorite kasutamine sooja tarbevee valmistamiseks.

Päikesekollektorite abil saadava energia kasutamine on Eesti kliimaatilistes tingimustes eelkõige lisakütte võimalus. Sooja tarbevee valmistamiseks on võimalik päikest kasutada kevadest sügiseni perioodil mai - oktoober. Päikesekollektorite energia lühiajaliseks salvestamiseks, kuna päikese soojustootmise ja elanike soojustarbimise aeg on erinev, on süsteemis vajalik soojuse salvestuse element, et võimaldada ühel ajahetkel toodetud soojust kasutada teisel ajahetkel.

Salvesti maht valitakse laias laastus järgnevalt: 50 - 100 liitrit salvesti mahtu 1 m² päikesekollektori pinna kohta. Salvesti suuruse valikul on tähtis, milline on sooja tarbevee hulk ühe elaniku kohta ööpäevas. TTÜ Mustamäe kortermajade uuringu põhjal on see keskmiselt 40 liitrit ööpäevas elaniku kohta.

Vaakumtoru päikesekollektori tootlikkus on kuni 1 MWh soojust sellel perioodil, plaatkollektoril kuni 0,5 MWh.

Kollektorite pinnad on 2,5 m² lähedal.

Suvised päikesepaistelise perioodi sooja tarbevee valmistamiseks kulunud soojuse tarbimised Seminari tn majas on senini olnud keskmisena 8 MWh. Lähtuvalt sellest on vaakumkollektorite vajadus kuni 8 tk pinnaga kuni 20 m², arvestusega, et kollektori ruutmeeter toodaks kuue kuu jooksul 1 MWh soojust, sellest lähtuvalt on salvestuspaagi minimaalseks mahuks 2000 liitrit lähtudes päikesepaneeli pinnast. Salvesti peaks olema veelgi suurem, et tagada soojuse salvestus ka juhul, kui sooja vee tarbimine on väiksem.

Et tagada suvine sooja tarbevee olemasolu tarbimise ajaks tuleb arvestada salvesti maht kuni 0,15 m³ tarbija kohta. Kui seostada päikesekütte süsteem kaugküttega, siis päikesevaestel päevadel tarbib süsteem kaugküttesoojust ja tarbijale on tagatud vajalik sooja tarbevee temperatuur ka pilves ilmadega.

Päikesekütte süsteemi majanduslikust tasuvusest.

Päikeseenergia kasutamist sooja tarbevee (edaspidi STV) valmistamiseks on mõtet vaid juhul kui saadud STV hind on madalam antud juhul pakutava kaugkütte allikast saadud STV hinnast.

Päikesekütte majandusliku tasuvuse kriteerium on

$$QC = sC / pe$$

kus

QC - päikesekollektorite poolt aastas toodetud soojus

sC - päikesekollektori ja seadmete kapitaalmahutuste aastane tagasimakse (annuiteet)

pe - aastased kulutused järelkütteks kasutatavale energiale.

Rakveres on kasutatav tehniline päikeseenergia ressurs aastas (perioodil aprill - sept) 270 - 280 kWh/m² (3).

Ühe kuupmeetri STV valmistamiseks kulub 58 kWh energiat.

Ühe ruutmeetri kollektoriga, mille kasutegur on 0,6 saaksime teoreetiliselt valmistada 2,5 kuupmeetrit 55 C STV-d eelnimetatud perioodil.

Seminari kortermaja keskmine tarve tooduna ühe korteri kohta on keskmiselt 80 liitrit ööpäevas.

Tavalise plaatkollektori ruutmeetri maksumused algavad 2500 kroonist ja salvestitel 30 000 kroonist (sealhulgas ka elektriküttekeha ja pumbad ning automaatika).

Võtame näitena 2 m³-se akumulatsioonimahutiga ja 20 m²-se kollektorite pinnaga süsteemi orienteeruvaks maksumuseks 110 000 krooni.

Süsteemilt perioodil saadav soojuse hulk on teoreetiliselt 8 MWh. Eeldame, et süsteemi amortisatsiooni aastane eraldis on 5% (5500 kr) ja et muud kulud (elekter, hooldus) samal perioodil on 2 000 krooni. Eeltoodu alusel saame päikesest toodetud soojuse hinnaks perioodil 7 500 kr/ 8 MWh = 937 kr/MWh. Tänapäevane soojuse hind kaugküttesüsteemist on 825 krooni.

Ilma lisatoetuseta ja kaugkütte madalama hinna juures ei ole majanduslikult otstarbekas päikesest soojuse tootmine.

Kaaluda võiks päikesekütte elementide lisamist süsteemidesse, kus on juba olemas akumulatsioonimahutid, sest sel juhul pole investeering enam nii mahukas.

³ - Teolan Tomson "Helioenergeetika", Humare, Tallinn 2000.

Välispiirete soojustamise võimalikust mõjust edasisele energiatarbele.

Soojustades elamu välispiirded minimaalselt 13 cm soojustusmaterjali kihiga ja kattes lamekatuse vähemalt 20 cm soojustusmaterjali kihiga ning küttesüsteem ja õhuvahetussüsteem kogu majas kaasajastada suureneb energiasäästu potentsiaal õhuvahetuse arvelt kuni 22 kWh/m² kohta, välispiirete soojustamise arvelt aga kuni 120 kWh/m².

Õhuvahetuse energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal tasemele 55 kWh/m². Säästetav soojuse hulk kokku 156 MWh.

Võimalik CO₂ heitme vähenemine primaarenergia arvestuses (kütuseks maagaas), kui säästa 156 MWh aastas, on kuni 39 tonni aastas.

Energiasäästu investeeringu majanduslikkusest.

Mitmed auditid on andnud kompleksmeetmetega (välispiirete soojustus, küttesüsteemi uuendamine, õhuvahetussüsteemi uuendamine) investeeringu indikaatoriks 13 - 17 tuhat krooni säästetava MWh kohta. Antud elamu osas on ligikaudne investeeringu vajadus energiasäästu saavutamiseks 2,6 miljonit krooni. Lihtne tasuvusaeg 825 kroonise soojuse MWh hinna juures on (investeering/säästuga) 17 aastat. Soojuse hinna kasvades väheneb tasuvusaeg.

Tüüp 4. nn Tartu maja



Hoone aadress: Kungla tn 6, Lembitu, Vabaduse, Tuleviku ja teised Seminari tn-ga piirnevad tänavad.

Elamute ehituse ajaks Rakveres on 1980- ndad aastad.

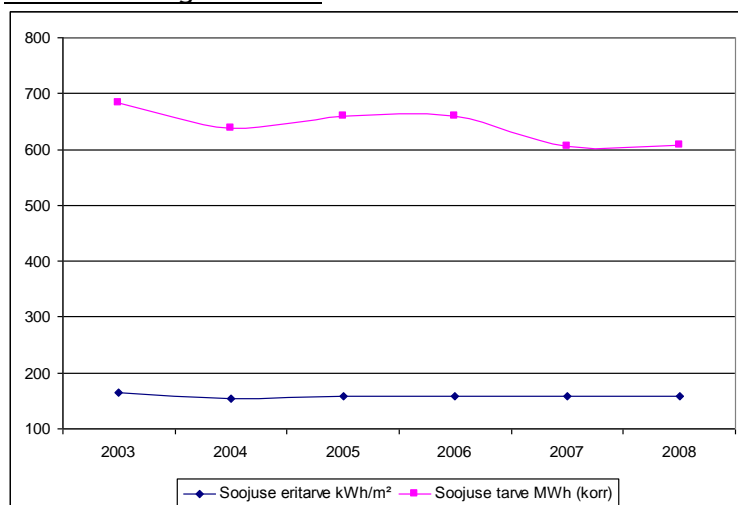
Välisseinad on valmistatud soojustatud paneelidest ja vahelaed betoonpaneelidest, mittekandvad seinad on väikeplokkidest, lamekatused kaetud kuni 10 cm isolatsioonikihiga (tep-plaat, betoon ruberoid).

Seinte U arv vahemikus 0,9 - 1,1.

Küttesüsteem altjaotusega ühetorusüsteem küttekeha eelse möödaviiguga, millel kolmikventiil, küttekeha tasandil reguleerimise võimalus puudub, sest kolmikventiilid ei toimi. Küttesüsteemid ei ole alati tasakaalus ja ülemistel korrustel katusealustes korterites on seintel kohati hallitust.

Plastalumiiniumraamiga akendega korterites on õhu loomulik liikumine takistatud, üldjuhul on siseõhu suhteline niiskus kõrgem normidega soovitatust. See loob eeldused seinte külmematele pindadele niiskuse kondenseerumiseks ja hallituskollete tekkeks. Selliste korterite sisekliimat ei saa lugeda heaks.

Senisest energiatarbest.



Sooja tarbevett valmistatakse soojussõlmes või on paigaldatud individuaalsed sooja tarbevee valmistamise seadmed. Ühine sooja tarbevee valmistamise süsteem on eelduseks

tehniliselt kasutada päikeseenergiat või ventilatsiooniõhust saadavat energiat sooja tarbevee ettevalmistamisel.

Ventilatsiooniõhu soojuste tagastamisest saadava soojuste kasutamisest sooja tarbevee valmistamiseks.

Turule on ilmunud seadmed, mis võimaldavad tagastada ventilatsioonikanalitest kogutud õhust soojuste ja sellega ette valmistada sooja tarbevett soojussõlmes. Süsteem kasutab soojuspumpa. Elamu katusel paigaldatakse ventilatsiooniõhu kanalitele soojusvahetid ja tagastuv soojus viiakse soojuspumba hüveteguri kaasabil suuremas koguses soojussõlme soojusvahetisse. Eelduseks on, et kõikides korterites on värske õhu sissevool tagatud. Ventilatsiooniõhust tagastuva soojuste koguseks on kuni 45 MWh ja soojuspumbast lisanduva soojuste koguseks võib-olla kuni 3 korda lisaks (soojuspumbaseadme hüveteguri COP = 3 korral) ehk kokku kuni 135 MWh. Teoreetiliselt peaks piisama tagastuvast soojustest kogu sooja tarbevee valmistamiseks, kuid soojuspumba tagastuva vee temperatuur peaks sel juhul olema kõrgem kui 60 °C. Kindlasti esinevad ka süsteemi enda torustikes ja seadmetes kaod. Soojuspump tarbib elektrit 1 kWh kolme kWh toodetud soojuste ühiku kohta - seega piltlikult aastas 45 MWh orienteeruva hinnaga 60 000 krooni.

Seadme hind on 5 kordse 60 krt elamu jaoks suurusjärgus 1,5 miljonit krooni.

Sellisel viisil tagastuva soojuste ühiku maksumuseks kujuneb orienteeruvalt 1250 krooni (seadme maksumus koos laenu intressidega amortiseerides 20 aastat, elektri kulu aastas 60 000 kr, soojuste tagastus 135 MWh).

Kui õnnestub saada suurem hüvetegur ja väiksem seadme hind, siis on tasuvusaeg 825 kroonise tänase kaugküttesoojuste hinnaga võrreldes alla 15 aasta.

Korteripõhise ventilatsioonisüsteemi kasutamisest.

Kui igasse korterisse paigaldada rekuperatiivse soojustagastiga õhuvahetusseade siis on võimalik 8100 m³ sisekubatuuriga elamust õhuvahetuse normatiivse kordarvu 0,3 - 0,5 1/h juures saada ligikaudu 0,7 l/s õhuvoost kätte aastas seadme keskmise kasuteguri 60% juures kuni 45 MWh soojust. Sellise koguse soojuste maksumus 825 kroonise MWh hinna juures on 37 000 krooni aastas. Investeeringu orienteeruv vajadus 350 000 kr, tasuvusaeg 9 aastat. Lisaks tagastuvale soojuste maksumusele tekitab sundventilatsiooni kasutamine korterite sisekliima olulise paranemise.

Päikesekollektorite kasutamine sooja tarbevee valmistamiseks.

Päikesekollektorite abil saadava energia kasutamine on Eesti kliimatilistes tingimustes eelkõige lisakütte võimalus. Sooja tarbevee valmistamiseks on võimalik päikest kasutada kevadest sügiseni perioodil aprill - oktoober. Päikesekollektorite energia lühiajaliseks salvestamiseks, kuna päikese soojustootmise ja elanike soojustarbimise aeg on erinev, on süsteemis vajalik soojuste salvestuse element, et võimaldada ühel ajahetkel toodetud soojust kasutada teisel ajahetkel.

Salvesti maht valitakse laias laastus järgnevalt: 50 - 100 liitrit salvesti mahtu 1 m² päikesekollektori pinna kohta. Salvesti suuruse valikul on tähtis, milline on sooja tarbevee hulk ühe elaniku kohta ööpäevas. TTÜ Mustamäe kortermajade uuringu põhjal on see keskmiselt 40 liitrit ööpäevas elaniku kohta.

Vaakumtoru päikesekollektori tootlikkus on kuni 1 MWh soojust sellel perioodil, plaatkollektoril kuni 0,5 MWh.

Kollektorite pinnad on 2,5 m² lähedal.

Suvised päikesepaistelise perioodi sooja tarbevee valmistamiseks kulunud soojuste tarbimised Tartu maja tüüpi 60 krt-ga majas on senini olnud keskmisena 90 MWh. Lähtuvalt sellest on vaakumkollektorite vajadus kuni 220 m², arvestusega, et kollektori ruutmeeter toodaks kuue kuu jooksul 1 MWh soojust, sellest lähtuvalt on salvestuspaagi minimaalseks mahuks

11 000 kuni 22 000 liitrit. Salvesti peaks olema veelgi suurem, et tagada soojuste salvestus ka juhul, kui sooja vee tarbimine on väiksem.

Kui seostada päikesekütte süsteem kaugküttega, siis päikesevaestel päevadel tarbib süsteem kaugküttesoojust ja tarbijale on tagatud vajalik sooja tarbevee temperatuur ka pilves ilmadega.

Päikesekütte süsteemi majanduslikust tasuvusest.

Päikeseenergia kasutamist sooja tarbevee (edaspidi STV) valmistamiseks on mõtet vaid juhul kui saadud STV hind on madalam antud juhul pakutava kaugkütte allikast saadud STV hinnast. Vt Seminari tn 23 sarnast arvestust.

Välispiirete soojustamise võimalikust mõjust edasisele energiatarbele.

Soojustades elamu välispiirded minimaalselt 12,5 cm soojustusmaterjali kihiga ja kattes lamekatuse vähemalt 20 cm soojustusmaterjali kihiga ning küttesüsteem ja õhuvahetussüsteem kogu majas kaasajastada suureneb energiasäästu potentsiaal õhuvahetuse arvelt kuni 15 kWh/m² kohta, välispiirete soojustamise arvelt aga kuni 115 kWh/m².

Õhuvahetuse energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuste eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal tasemele 50 kWh/m². Säästetav soojuste hulk kokku 280 MWh.

Võimalik CO₂ heitme vähenemine primaarenergia arvestuses (kütuseks maagaas), kui säästa 280 MWh aastas, kuni 70 tonni aastas.

Energiasäästu investeeringu majanduslikkusest.

Mitmed auditid on andnud kompleksmeetmetega (välispiirete soojustus, küttesüsteemi uuendamine, õhuvahetussüsteemi uuendamine) investeeringu indikaatoriks 13 - 15 tuhat krooni säästetava MWh kohta. Antud elamu osas on ligikaudne investeeringu vajadus energiasäästu saavutamiseks 4,2 miljonit krooni. Lihtne tasuvusaeg 825 kroonise soojuste MWh hinna juures on (investeering/säästuga) 18 aastat. Soojuste hinna kasvades väheneb tasuvusaeg.

Tüüp 1 nn Tallinna Majaehituskombinaadi maja



Hoone aadress: Laada tn 6, sarnasus Side tn 12 Seminari tn-ga piirnevalt.
Elamute ehituse ajaks Rakveres on 1970-80 ndad aastad.

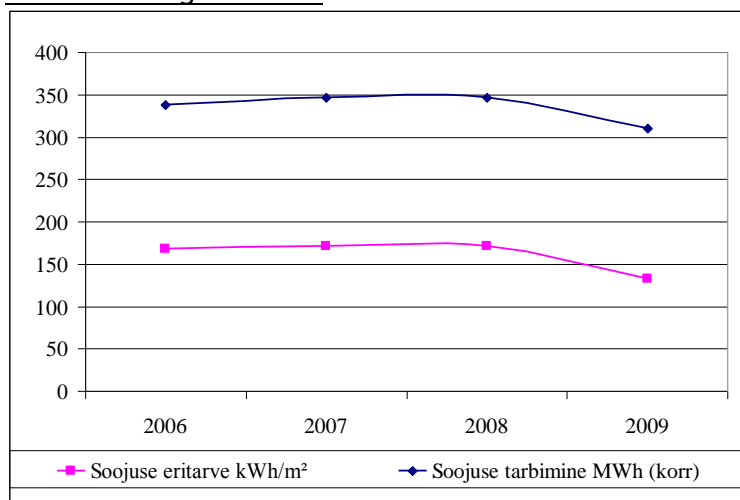
Välisseinad on valmistatud soojustatud paneelidest ja vahelaed betoonpaneelidest, mittekandvad seinad on väikeplokkidest, lamekatused kaetud kuni 10 cm isolatsioonikihiga (tep-plaat, betoon ruberoid).

Seinte U arv vahemikus 0,9 - 1,1.

Küttesüsteem altjaotusega ühetorusüsteem küttekeha eelse möödaviiguga, millel kolmikventiil, küttekeha tasandil reguleerimise võimalus puudub, sest kolmikventiilid ei toimi. Küttesüsteemid ei ole alati tasakaalus ja ülemistel korrustel katusealustes korterites on seintel kohati hallitust.

Plastalumiiniumraamiga akendega korterites on õhu loomulik liikumine takistatud, üldjuhul on siseõhu suhteline niiskus kõrgem normidega soovitatust. See loob eeldused seinte külmematele pindadele niiskuse kondenseerumiseks ja hallituskollete tekkeks. Selliste korterite sisekliimat ei saa lugeda heaks.

Senisest energiatarbest.



Sooja tarbevett valmistatakse soojussõlmes või on paigaldatud individuaalsed sooja tarbevee valmistamise seadmed. Ühine sooja tarbevee valmistamise süsteem on eelduseks tehniliselt kasutada päikeseenergiat või ventilatsiooniõhust saadavat energiat sooja tarbevee ettevalmistamisel.

Ventilatsiooniõhu soojuse tagastamisest saadava soojuse kasutamisest sooja tarbevee valmistamiseks.

Turule on ilmunud seadmed, mis võimaldavad tagastada ventilatsioonikanalitest kogutud õhust soojuse ja sellega ette valmistada sooja tarbevett soojussõlmes. Süsteem kasutab soojuspumpa. Elamu katusel paigaldatakse ventilatsiooniõhu kanalitele soojusvahetid ja tagastuv soojus viiakse soojuspumba hüveteguri kaasabil suuremas koguses soojussõlme soojusvahetisse. Eelduseks on, et kõikides korterites on värske õhu sissevool tagatud. Ventilatsiooniõhust tagastava soojuse koguseks on kuni 40 MWh ja soojuspumbast lisanduva soojuse koguseks võib-olla kuni 3 korda lisaks (soojuspumbaseadme hüveteguri COP = 3 korral) ehk kokku kuni 120 MWh. Teoreetiliselt peaks piisama tagastuvast soojusest kogu sooja tarbevee valmistamiseks, kuid soojuspumba tagastava vee temperatuur peaks sel juhul olema kõrgem kui 60 °C. Kindlasti esinevad ka süsteemi enda torustikes ja seadmetes kaod. Soojuspump tarbib elektrit praktiliselt 1 kWh kolme kWh toodetud soojuse ühiku kohta - seega piltlikult aastas 40 MWh orienteeruva hinnaga 54 000 krooni. Seadme hind on 5 kordse 60 krt elamu jaoks suurusjärgus 1,5 miljonit krooni.

Sellisel viisil tagastuva soojuse ühiku maksumuseks kujuneb orienteeruvalt 1260 krooni (seadme maksumus koos laenu intressidega amortiseerides 20 aastat, elektri kulu aastas 54 000 kr, soojuse tagastus 120 MWh).

Kui õnnestub saada suurem hüvetegur ja väiksem seadme hind, siis on tasuvusaeg 825 kroonise tänase kaugküttesoojuse hinnaga võrreldes veidi alla 20 aasta.

Korteripõhise ventilatsioonisüsteemi kasutamisest.

Kui igasse korterisse paigaldada rekuperatiivse soojustagastiga õhuvahetusseade siis on võimalik 7400 m³ sisekubatuuriga elamust õhuvahetuse normatiivse kordarvu 0,3 - 0,5 1/h juures saada ligikaudu 0,7 l/s õhuvoost kätte aastas seadme keskmise kasuteguri 60% juures kuni 40 MWh soojust. Sellise koguse soojuse maksumus 825 kroonise MWh hinna juures on 33 000 krooni aastas. Investeeringu orienteeruv vajadus 350 000 kr, tasuvusaeg 11 aastat. Lisaks tagastuvale soojuse maksumusele tekitab sundventilatsiooni kasutamine korterite sisekliima olulise paranemise.

Päikesekollektorite kasutamine sooja tarbevee valmistamiseks.

Päikesekollektorite abil saadava energia kasutamine on Eesti kliimatilistes tingimustes eelkõige lisakütte võimalus. Sooja tarbevee valmistamiseks on võimalik päikest kasutada kevadest sügiseni perioodil aprill - oktoober. Päikesekollektorite energia lühiajaliseks salvestamiseks, kuna päikese soojustootmise ja elanike soojustarbimise aeg on erinev, on süsteemis vajalik soojuse salvestuse element, et võimaldada ühel ajahetkel toodetud soojust kasutada teisel ajahetkel.

Salvesti maht valitakse laias laastus järgnevalt: 50 - 100 liitrit salvesti mahtu 1 m² päikesekollektori pinna kohta. Salvesti suuruse valikul on tähtis, milline on sooja tarbevee hulk ühe elaniku kohta ööpäevas. TTÜ Mustamäe kortermajade uuringu põhjal on see keskmiselt 40 liitrit ööpäevas elaniku kohta.

Vaakumtoru päikesekollektori tootlikkus on kuni 1 MWh soojust sellel perioodil, plaatkollektoril kuni 0,5 MWh.

Kollektorite pinnad on 2,5 m² lähedal.

Suvised päikesepaistelise perioodi sooja tarbevee valmistamiseks kulunud soojuse tarbimised Tartu maja tüüpi 60 krt-ga majas on senini olnud keskmisena 100 MWh. Lähtuvalt sellest on vaakumkollektorite vajadus kuni 240 m², arvestusega, et kollektori ruutmeeter toodaks kuue kuu jooksul 1 MWh soojust, sellest lähtuvalt on salvestuspaagi minimaalseks mahuks 24 000 liitrit. Salvesti peaks olema veelgi suurem, et tagada soojuse salvestus ka juhul, kui sooja vee tarbimine on väiksem.

Kui seostada päikesekütte süsteem kaugküttega, siis päikesevaestel päevadel tarbib süsteem kaugküttesoojust ja tarbijale on tagatud vajalik sooja tarbevee temperatuur ka pilves ilmadega.

Päikesekütte süsteemi majanduslikust tasuvusest.

Päikeseenergia kasutamist sooja tarbevee (edaspidi STV) valmistamiseks on mõtet vaid juhul kui saadud STV hind on madalam antud juhul pakutava kaugkütte allikast saadud STV hinnast. Vt Seminari tn 23 sarnast arvestust.

Välispiirete soojustamise võimalikust mõjust edasisele energiatarbele.

Soojustades elamu välispiirded minimaalselt 12,5 cm soojustusmaterjali kihiga ja kattes lamekatuse vähemalt 20 cm soojustusmaterjali kihiga ning küttesüsteem ja õhuvahetusüsteem kogu majas kaasajastada suureneb energiasäästu potentsiaal õhuvahetuse arvelt kuni 10 kWh/m² kohta, välispiirete soojustamise arvelt aga kuni 70 kWh/m².

Õhuvahetuse energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal tasemele 60 kWh/m². Säästetav soojuse hulk kokku 260 MWh.

Võimalik CO₂ heitme vähenemine primaarenergia arvestuses (kütuseks maagaas), kui säästa 260 MWh aastas, kuni 65 tonni aastas.

Energiasäästu investeeringu majanduslikkusest.

Mitmed auditid on andnud kompleksmeetmetega (välispiirete soojustus, küttesüsteemi uuendamine, õhuvahetussüsteemi uuendamine) investeeringu indikaatoriks 13 - 15 tuhat krooni säästetava MWh kohta. Antud elamu osas on ligikaudne investeeringu vajadus energiasäästu saavutamiseks 3,9 miljonit krooni. Lihtne tasuvusaeg 825 kroonise soojuse MWh hinna juures on (investeering/säästuga) 18 aastat. Soojuse hinna kasvades väheneb tasuvusaeg.

Kokkuvõte

Välisfassaadide soojustamisel tuleb soojustuskihi paksuseks valida mitte vähem kui 12,5 cm pigem 15 cm soojustust, et saavutada kaasaegsetele standarditele vastav U arv. Tulevikus liigutakse veelgi soojemate majade poole, seega pole mõni sentimeeter soojustust lisaks üleliigne, arvestades pikemas perspektiivis kütuste hinna tõusuga.

Ventilatsioonisüsteemide kaasajastamiseks pakutud korteripõhine lahendus sobib eelkõige kiireks lahenduseks neile korteritele, kus esineb hallitust ja kogu maja ventilatsioonisüsteemi suuremahulist ümberehitust ei plaanita.

Ventilatsiooniõhu kollektorkanalitest soojuspumbaga soojustagastusega suuremahulise lahenduse eelduseks on sooja tarbevee valmistamise võimalus soojussõlmes ja sooja tarbevee süsteemi majasisene valmisolek ning samuti võimalus salvesti paigalduseks. Planeerimisel tuleb kasutada asjatundlike spetsialistide abi ja vältida vaid seadmete müügiinfol põhinevaid otsuseid.

Päikesekollektorite kasutamine on mõttekas eelkõige sooja tarbevee valmistamiseks kevad-suvisel perioodil ja eeldab samuti majasisese sooja tarbevee süsteemi valmisolekut ning lisaks võimalust küllaltki suuremahuliste salvestite paigutamiseks keldrikorrusele, et tagada sooja tarbevee olemasolu tarbimise ajaks ja vältida päikesekollektorite ülekuumenemist.

Päikesekollektorite võimsus tuleb hoolikalt planeerida tegeliku suvise sooja tarbevee vajaduse järgi.

Üldistavalt saab tõdeda, et suuremahulised välispiirete soojustamised koos ventilatsioonisüsteemi kaasajastamisega (soojustagastus) võimaldavad soojuse tarbimise viia tasemeni 60 - 70 kWh/m² köetava pinna kohta, tasuvusajaga 825 kroonise MWh hinna juures kuni 20 aastat.



Energiatarve kütteks keskmisena normaalaastal köetava pinna ruutmetri kohta.

Summary

The current document gives an overview about the technical circumstances and energy saving potential of the buildings in Seminari street, Rakvere, which is the target area in project Urb.Energy.

The evaluation of the buildings has proved that the current technical situation of the buildings in the target area is not energy efficient and that the buildings contain a huge potential for reducing energy consumption using comprehensive refurbishment of the buildings.

Energy performance of multistore living houses in Estonia as well in Rakvere, taking into account the historical background, is on average level. Average space heat consumption is close to 180 kWh/m² heated area annually. After comprehensive renovation the achievable target is about 60 kWh/m² annually, it means that about 100 kWh/m² is the reasonable saving potential. Based on natural gas produced heat the CO₂ avoiding potential is 20 kg CO₂ m² heated area annually.

Total cost for comprehensive renovation is around 130 EUR/m² per heated area. With the use of long term renovation loan and maximum investment support the energy saving cost will cover the loan and interest cost - so the yearly payment before and after renovation is the same for loan period, but indoor air quality and comfort standard with the value of apartment are much higher.

Energy supply

Seminari street locates in Rakvere city district heating area (DH area). DH area was set by Rakvere city government at the end of 2010. The aim of the DH area was to establish security for investments in DH systems and secure long term stability of heat MWh price.

Rakvere city as the signatory of Covenant of Mayors has set up plan how to increase the use renewable energy sources in the city area up to 20% from 2005 until 2020.

This plan foresees to increase share of renewable energy sources and Rakvere DH Company has made agreement with two boiler houses to use supplied heat produced from wood. Those boiler houses are investing to install CHP technology and heat will be sold to the Rakvere DH system. Therefore Seminari Street is one of the areas who will benefit from this. Heat produced from renewable sources gives higher security of supply, because the dependence from natural gas (Russian source) decreases.

The general plan foresees that nearly 50% of the heat consumed in Rakvere DH area will be produced from wood based fuels. This target should be reached at 2013.

At the same there are available investment support schemes for the end users. Credit and Export Guarantee Fund (KredEx) gives financial support for those flat owners

associations who have decided to make comprehensive renovation and go to the weighted energy label level 150 kWh/m² heated areas annually, corresponding the minimum requirements for energy performance of buildings. This target demands renovation of heating system, insulation of external walls and installation of heat recovered ventilation system. To design all this KredEx support is 90% of designing project cost and to ensure the quality of construction work under the designed renovation project, KredEx will support construction works technical inspection with the same share - 90% of inspection cost.

KredEx gives renovation investment support until 35% of investment cost for complex renovation. Own contribution from 65% of cost can be covered with special renovation loan up to 20 years with fixed maximum interest rate of 4,1%.

Comprehensive renovation means insulation of all external borders of building. Soviet time designed external borders heat transfer standard was about $U = 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$.



1. Photos. Example of unrenovated panel building and another panel building where comprehensive renovation has been finished

With insulation the existing thermal bridges will be destroyed and the heat consumption of the building will decrease ($U = 0,2$).

To benefit from the heat consumption decrease the renovation or technical reconstruction of the existing heating system is relevant.



2. *Photos. Examples of different types of radiators in the buildings on Seminari street.*

All apartment radiators should be equipped with thermostatic valves to make possible individual regulation.

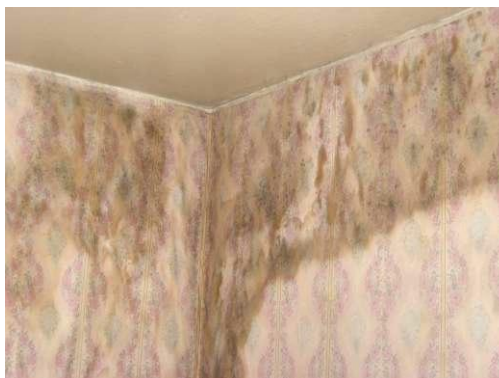
The existing heating system in Seminari street multistore apartment buildings is mostly 1-pipe system and needs technical renovation in most cases to 2-pipe system. To ensure the indoor comfort installing of thermostatic valves is preliminary.

Most of the flat owners have changed the old fashion wooden framed windows with plastic aluminium framed windows.



3. *Photos. Examples of old wooden framed and new plastic windows.*

This has lead to the lack of ventilation in rooms, because old fashioned windows have been designed as part of ventilation system and supplied the fresh air through the construction. New windows construction is fully tight and fresh air inflow is missing. This, together with thermal bridges, creates the indoor air quality problems.



4. *Photos. Examples of thermal bridges and low quality of indoor climate in Seminari street buildings.*

Renovation of the ventilation systems in these buildings is unavoidable. Modern technology gives opportunity to use equipment with heat exchange possibility. This technology enables heat to stay (about 80%) in the room and at the same time air changes. Recommended technology for multiflat apartment houses, using hot tap water produced centrally in heat substation, is the ventilation system with heat recovery by using heat pump. Heat from exhaust air will be transferred to the hot tap water.

An important precondition for starting with comprehensive renovation project in a flat-owners association is the awareness of the residents. BUCHA in cooperation with Estonian Union of Cooperative Housing Associations and KredEx has organised several training courses, conferences and information events during last 12 years.



5. *Photo. Training session for managers of flat-owners associations in Rakvere*

There is a need for constant information activities and awareness raising events for managers of the apartment associations as well as for the apartment owners. The best solution for activating the renovation activities in a certain area is to create a best practice. An existence of at least one nice, well renovated and cost-effectively managed apartment association causes a snowball effect in the neighbourhood. Residents of one living region communicate with each other and information about the

costs on heating and about living comfort will spread. This enables to explain the opportunities of comprehensive renovation in the most effective way.

According to the research implemented during the current project it could be said that potential for energy efficiency in Rakver Seminari street region is big. Basically it could be said that investments made for comprehensive renovation would mostly be payed back by the saved energy. There are also financing shemes available via KredEx.

The most important topic which has to be handled for activating the energy efficient refurbishment in this region is raising the awareness of the residents.

Imprint

Aare Vabamägi
Energy auditor

Baltic Union of Cooperative Housing Associations

Sakala 23a
10141, Tallinn
Estonia

Phone +(372)5117327
Fax +(372)6275751

<http://www.bucha.ee>
<http://www.urbenergy.eu>